engineer22.com

HIGHWAY ENGINEERING

STRUCTURAL DESIGN

Scanned with CamScanner

Rigid Pavement Design

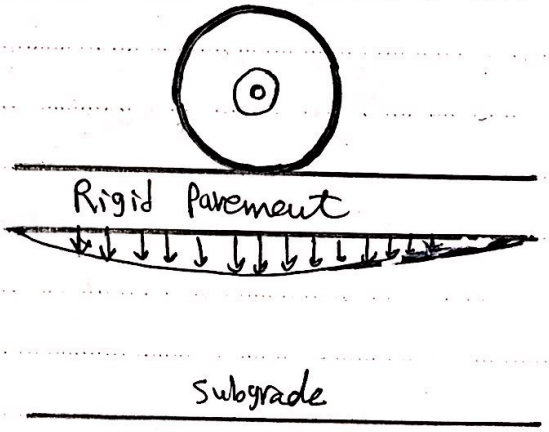
تصميم الرصف الجرساني

الرصف الجرساني

Surface خرسانة

Base (optional)

Subbase (optional)

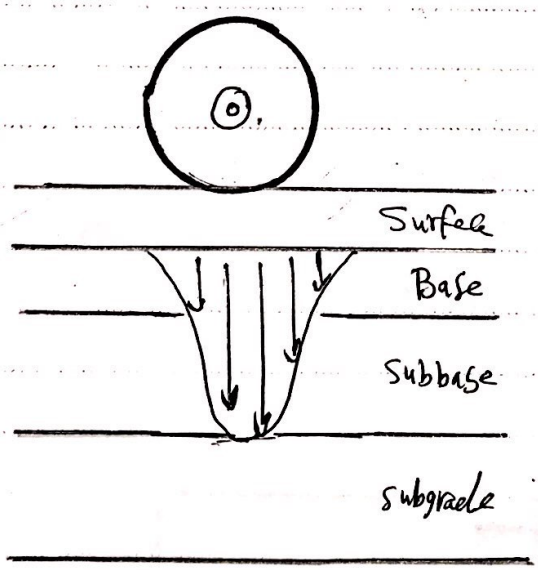


الرصف المرن

Surface اسفلت

Base

Subbase (optional)



Scanned with CamScanner

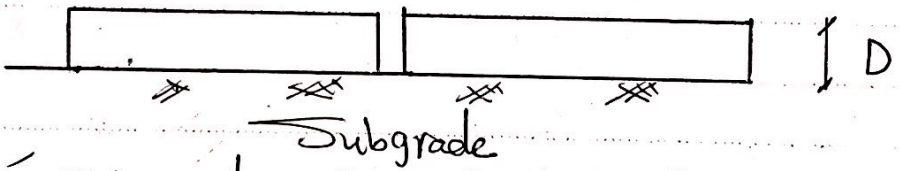
يوضع الرصف الخرساني في الطرق ذات الاحمال العالية

- ويتميز بالمتانة الأشد من الأرضيات كونه أكثر قوة فتحمل مرور الشاحنات الثقيلة.

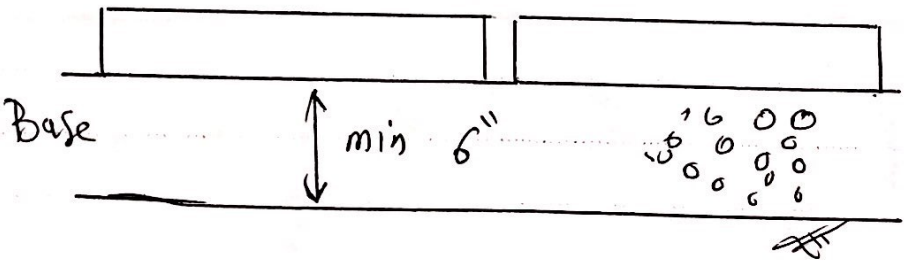
- ايضاً يتميز بالعمر الافتراضي الطويل

- يمكن ان يكون
  → Plain Concrete
  → Reinforced Concrete

- احياناً يتم وضعه على الأرض مباشرة واحياناً يتم وضعه على طبقة أساس لا تقل عن 6"



وده بيتم في حالة ان الـ Subgrade ترابي قوي مثل A-1-a

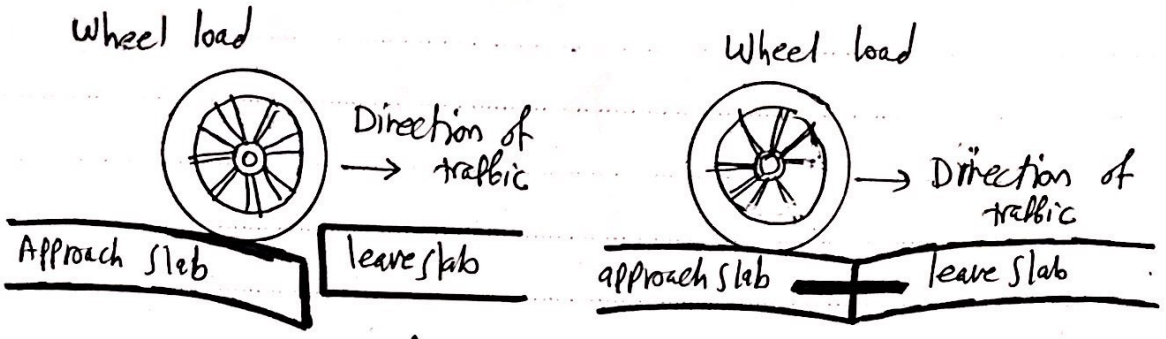


Scanned with CamScanner

	Flexible Pavement	Rigid Pavement
Initial Cost	lower	higher
Maintenance cost	higher	lower
Life Span	15 years	30 years
Pavement thickness	more	less
joints Presence	No	Yes
Durability	more	less
Preferrable for weak Subgrades	No	Yes
Repairing work of this Pavement	Easy	Not easy
Simple to put, locate, or repair infrastructures.	yes	No
Road opens for vehicles shortly after construction	Yes	No
Cause shine due to reflect sun light, Safety wise	No	Yes

Scanned with CamScanner

حساب سمك بلاطة الرصف الصلب



unprotected corners slabs

Soil strength $(K > 100)$ Psi/in

في حالة التربة القوية

protected corners slabs

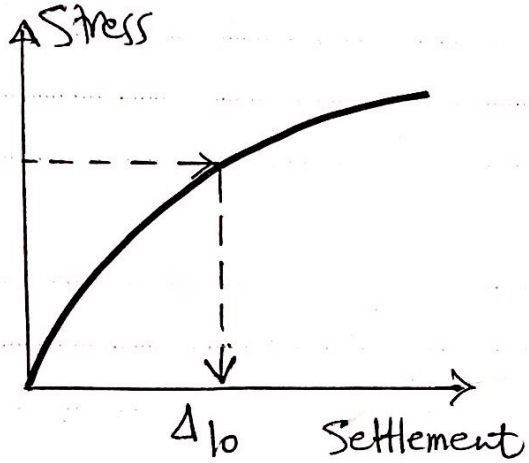
Soil strength $(K \leq 100)$ Psi/in

في حالة التربة الضعيفة

Modulus of Subgrade Reaction (K)

$$K = \frac{10}{\Delta_{10}}$$

معامل رد فعل تربة التأسيس
يتم سابقة من تجربة الـ
Plate loading test



Scanned with CamScanner

→ Concrete Stress $(f_c)_{all}$ • إجهاد الخرسانة المسموح بـ

$$(f_c)_{all} = \frac{\text{Concrete Strength}}{\text{Factor of Safety}}$$

$$F.o.S = \boxed{2}$$

→ Dynamic Wheel load (DWL) حمل العجلة الديناميكي

$$DWL = 1.2 * \text{Wheel load}$$

↳ 20% Impact

الخطوات

(4) يكون معطى (3) متغيرات من أول

- Concrete Strength
- k
- DWL
- d

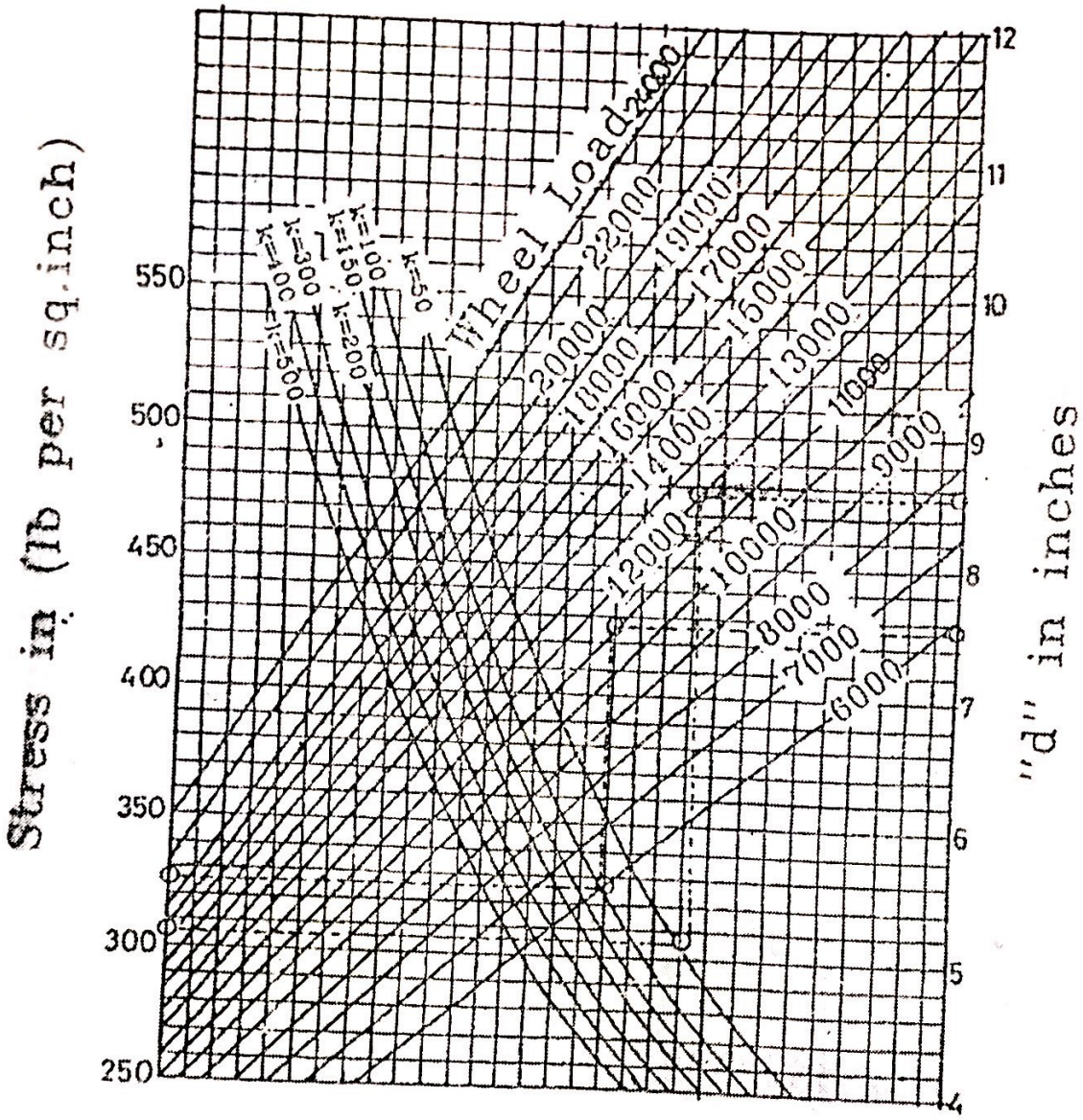
← على حسب نوع البلاطة

Protected
unprotected

data sheet من الـ Chart نختار الـ
ونستخدمه في التصميم

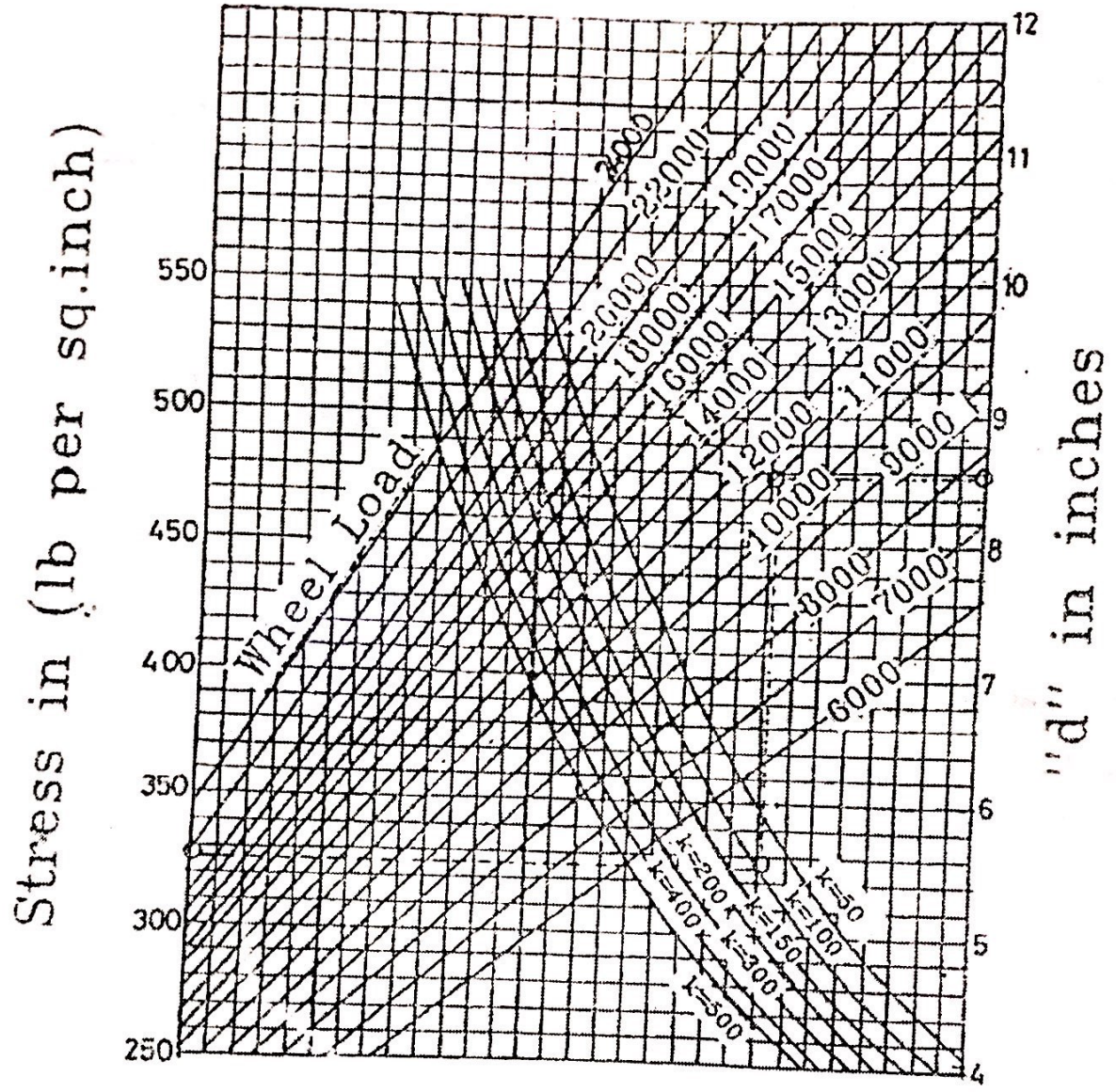
Scanned with CamScanner

Design chart for Portland cement concrete pavement having protected corners, Case (I)



Scanned with CamScanner

Design chart for Portland cement concrete pavement having unprotected corners, Case (II)



Scanned with CamScanner

← نوقع Concrete Stress على المحور الأيسر

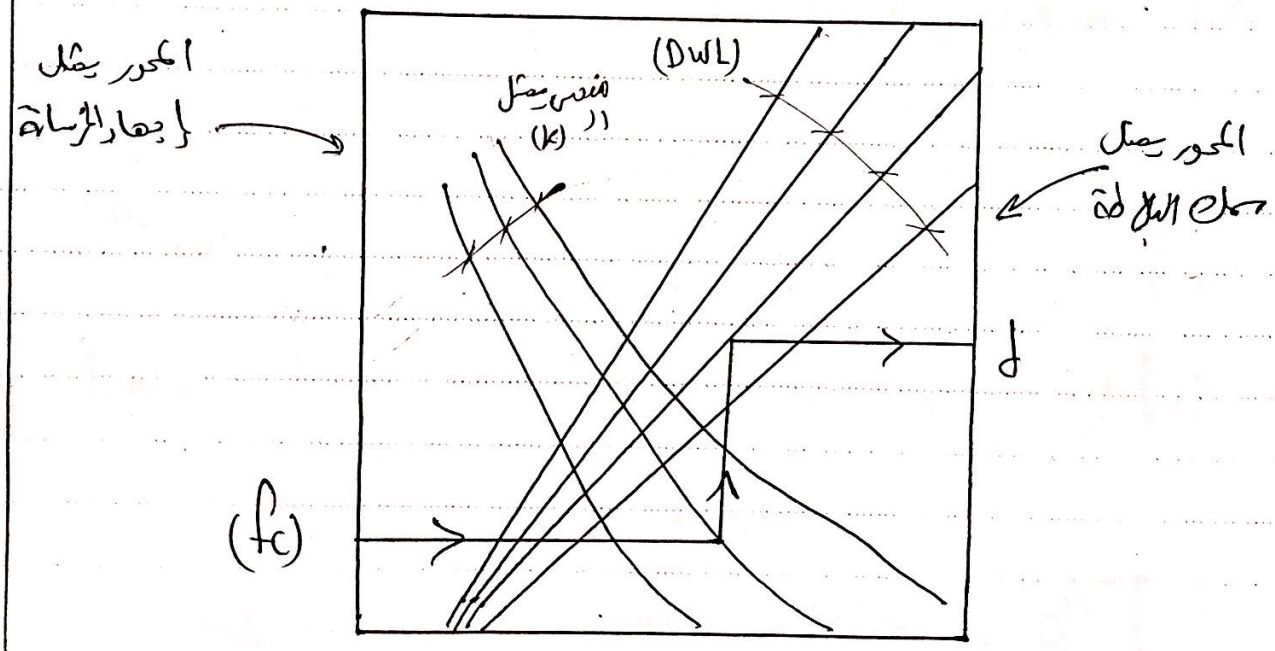
ثم نمشي افقي حتى نقابل المنحنى الذي يمثل قيمة

الـ (K) ثم ← نطلع
← ننزل لأسفل حتى

نقابل المنحنى الذي يمثل (DWL) ثم نمشي

افقي حتى نقابل المحور الرأسي الأيمن حيث

نحدد السمك (d)



Scanned with CamScanner

(Ex)

Calculate the rigid pavement slab thickness that can carry a wheel load of 10000 lbs if the modulus of subgrade reaction equal 200 psi/in and the concrete strength is 600 psi

---

$k = 200$ psi/in

> 100 then unprotected corners slab may be used

$$(f_c)_{all} = \frac{\text{Concrete strength}}{\text{F.O.S}} = \frac{600}{2} = \boxed{300} \text{ psi}$$

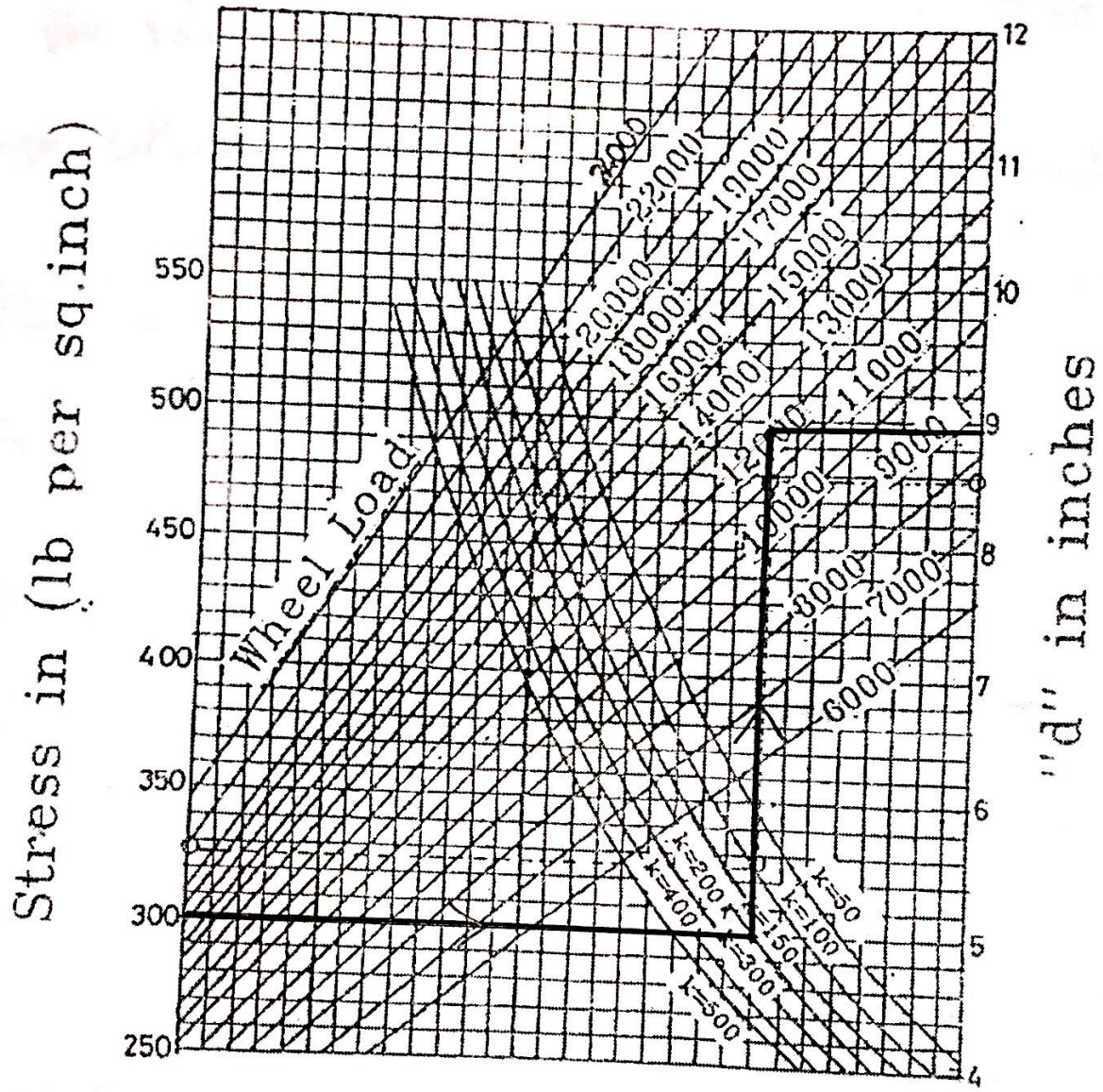
$$DWL = 1.2 * WL = 1.2 * 10000 = (12000) \text{ psi}$$

From chart

Slab thickness may be taken $\boxed{9''}$

Scanned with CamScanner

Design chart for Portland cement concrete pavement having unprotected corners, Case (II)



Scanned with CamScanner

(Ex)

If the allowable Concrete Stress is 350 Psi and the Pavement is designed for 10000 lbs Wheel load.

→ What Pavement thickness for K=50

H.W " " " for K=500

For K=50

<100

Protected corners

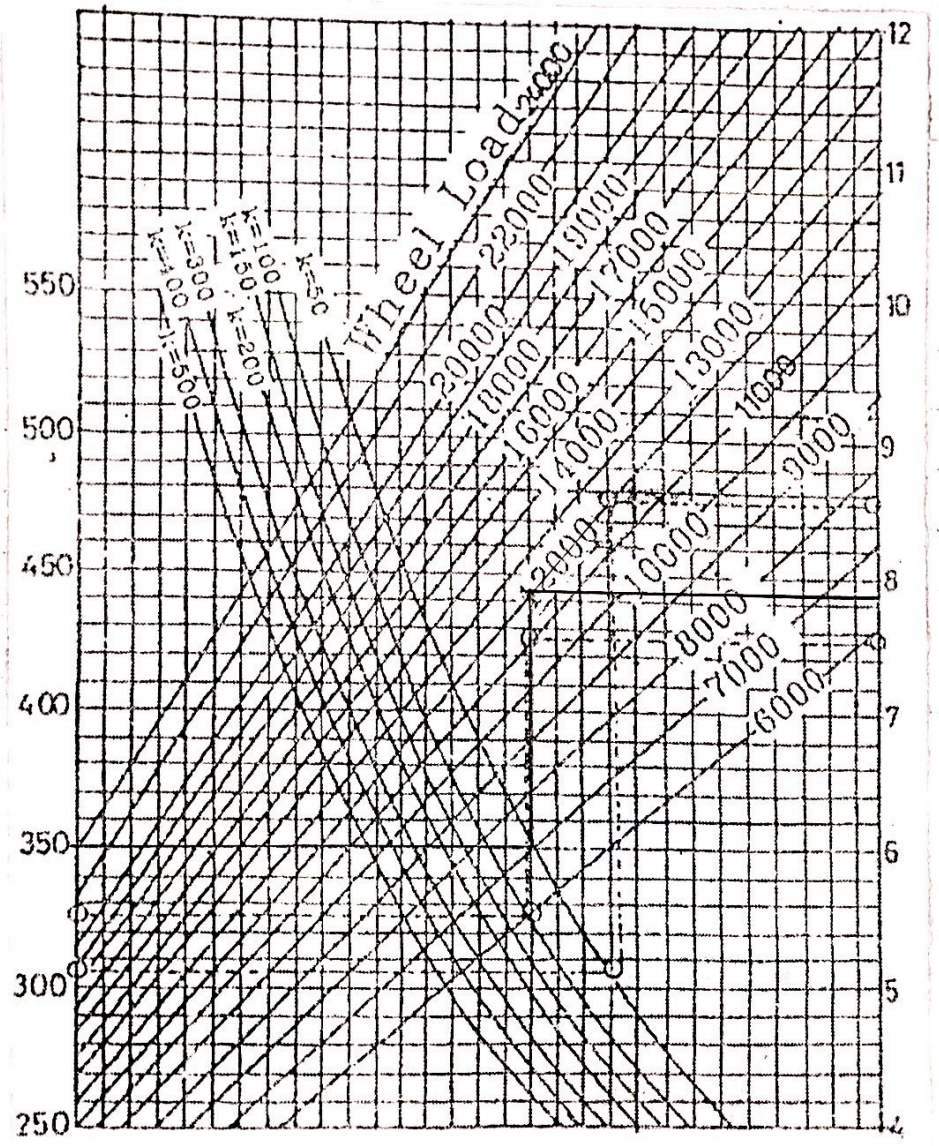
DWL = 10000 × 1.2

= 12000 lbs

d = 8"

d1 d2

K=500



Scanned with CamScanner

Ex

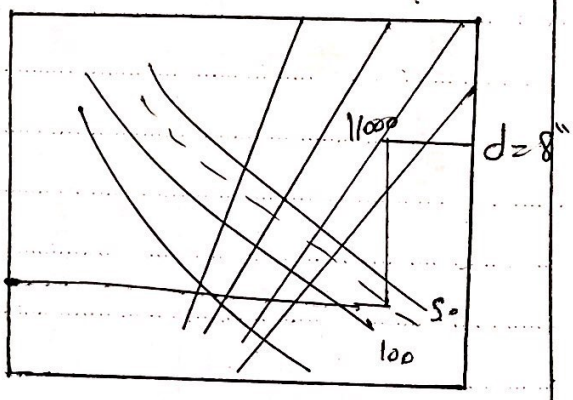
A rigid highway pavement of 8" protected concrete slab was constructed on subgrade has a modulus of subgrade reaction = 75 lb/in³ if concrete strength is 600 psi, evaluate the max wheel load so the concrete pavement can carry

---

$f_{all} = \frac{600}{2} = 300$ psi

$d = 8"$

$K = 75$ lb/in³



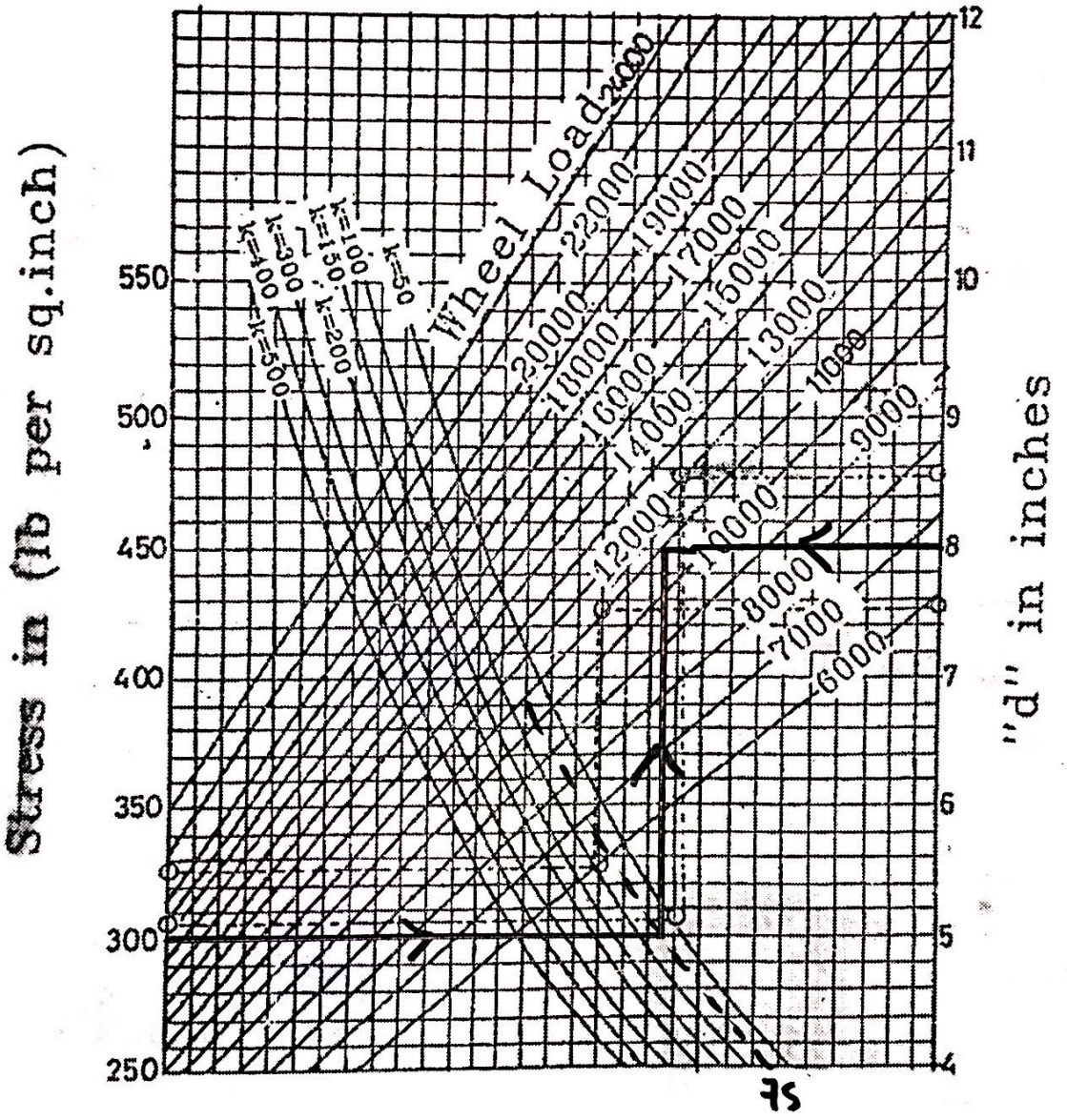
From chart

DWL = 11000 lbs

Max wheel load = $\frac{11000}{1.2} = \boxed{9166}$ lbs

Scanned with CamScanner

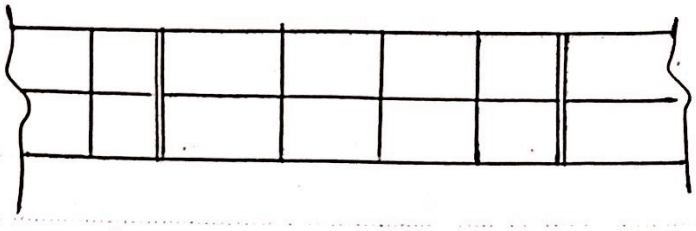
Design chart for Portland cement concrete pavement having protected corners, Case (I)



Scanned with CamScanner

لاحظ

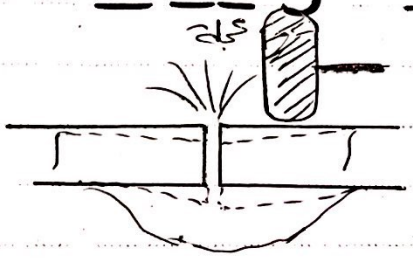
يتم عمل فواصل طوليه وعرضيه في الرصف الخرساني



وهذا يعرض الرصف الخرساني لبعض من المشاكل

(1) Pumping of mud

- مشكلة فواصل أو فتح الدوبة



تحدث نتيجة إذا تم تأسيس الرصف الصلب على تربة ناعمة

$PI \geq 6$

% Passing #200 $\geq$ 45 %

فعندما تتسرب المياه السطحية إلى الفواصل تتفاعل مع تربة التأسيس مكونة ما يعرف بالدوبة والتي تندفع من الفواصل عند تعرض البلاطات لتحميل طرق وبالتالي يحدث تعريغ للتربة أسفل الفواصل مما يعرض البلاطات للكسر.

ويمكن التغلب على هذه المشاكل عن طريق

- صيانة الفواصل بشكل دوري وحقنها بالمواد المناسبة
- تقليل عدد الفواصل قدر الامكان
- عمل طبقة رملية تحت البلاطة بسمك $\neq 6"$
- استخدام مصارف جوفية لخفض منسوب المياه الأرضية.

Scanned with CamScanner

(2) Volume Change of Subgrade Soil

- التغير الحجمي لتربة التأسيس حيث تحدث التغيرات الحجمية الانتفاش والانكماش من التربة الناعمة.
وللتغلب على هذه المشكلة يتم

* استخدام طبقة اسكان بسمك سماكة $\frac{1}{2}$ سمك الطبقة المعرضة للتغير الحجمي

* تثبيت تربة التأسيس بأي من المواد المثبتة مثل الاسمنت أو الجير.

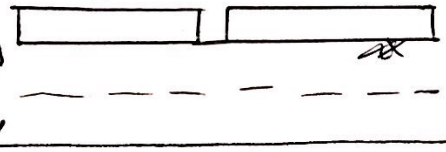
(3) Drainage Problems

وللتغلب على مشاكل الصرف يتم عمل
* ميول طولية وعرضية مناسبة
* عمل نظام صرف سطحي وجوفي مناسب

(4) Frost Action

يؤثر الصقيع على التربة بشكل كبير بحيث يرفع سطحها شغلاً بسبب تجمد التربة وتصبح رخوة عند ذوبان الصقيع صيفاً والرصف فوقها يتعرض للانهيار والتشريخ.

ولعلاج هذه الظاهرة :- يلزم إزالة تربة التأسيس subgrade واستبدالها بطبقة اسكان base تتكون من مواد خشنة خالية من المواد الناعمة وسماكة العرف وذلك بحيث يساوي ($\frac{1}{2}$) العمق الحرج للصقيع



Scanned with CamScanner

Rigid Pavement Joints

فواصل الرصف الصلب

- Longitudinal طولية
  - Construction اتشاء
  - Expansion تمدد
- Transverse عرضية
  - Expansion تمدد
  - Contraction انكماش

* فواصل الانشاء *
Construction Joints

تستخدم في نهايات صب الخرسانة وخاصة في الاتجاه الطولي للطريق

* فواصل التمدد *
Expansion Joints

وتوجد في كل من الاتجاه الطولي للطرق "متعدد الممرات" وفي الاتجاه العرضي في جميع انواع الطرق

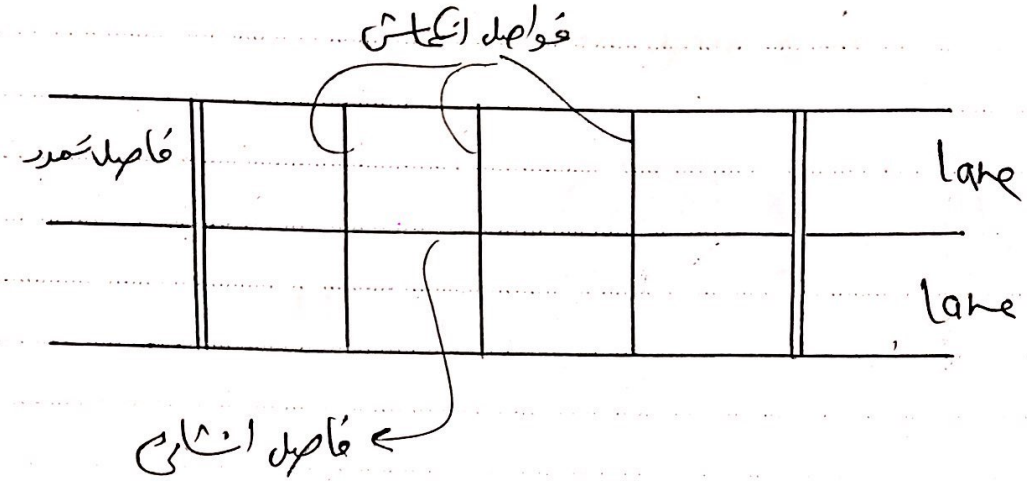
* فواصل الانكماش *
Contraction joints

وتستخدم في الاتجاه العرضي للطريق

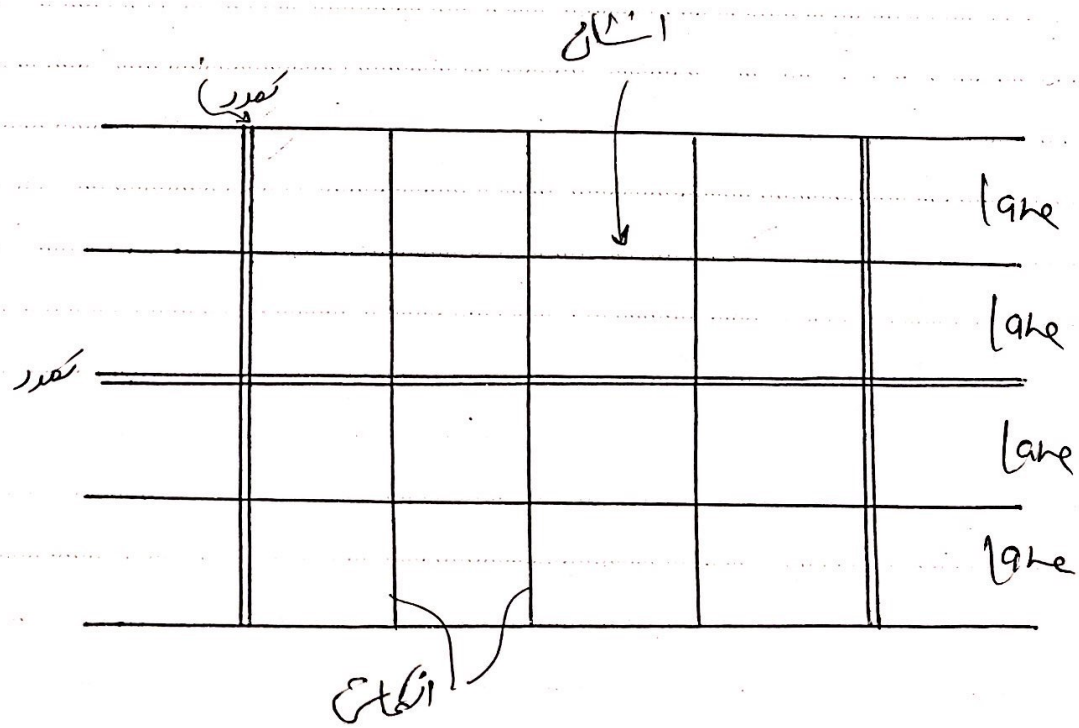
Scanned with CamScanner

الفواصل الغير مسلحة

في حالة طريق 2 lane

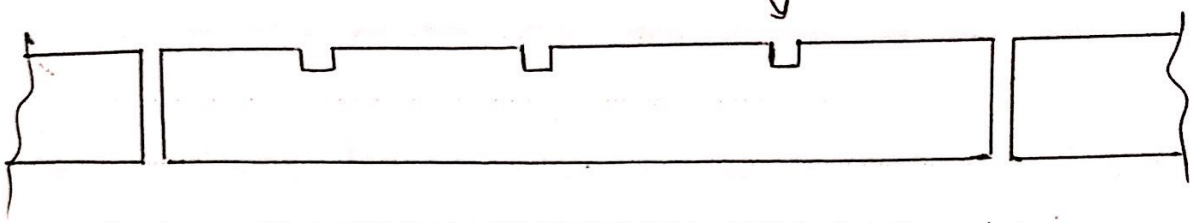


في حالة طريق (٦) حارات



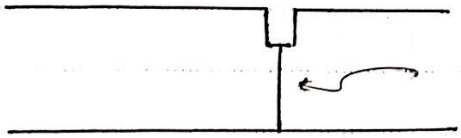
Scanned with CamScanner

فواصل انكماش



أ- فاصل تمدد

الفاصل الإنشائي



ويجب ملء الفواصل بالمواد المناسبة حسب نوع الفاصل.

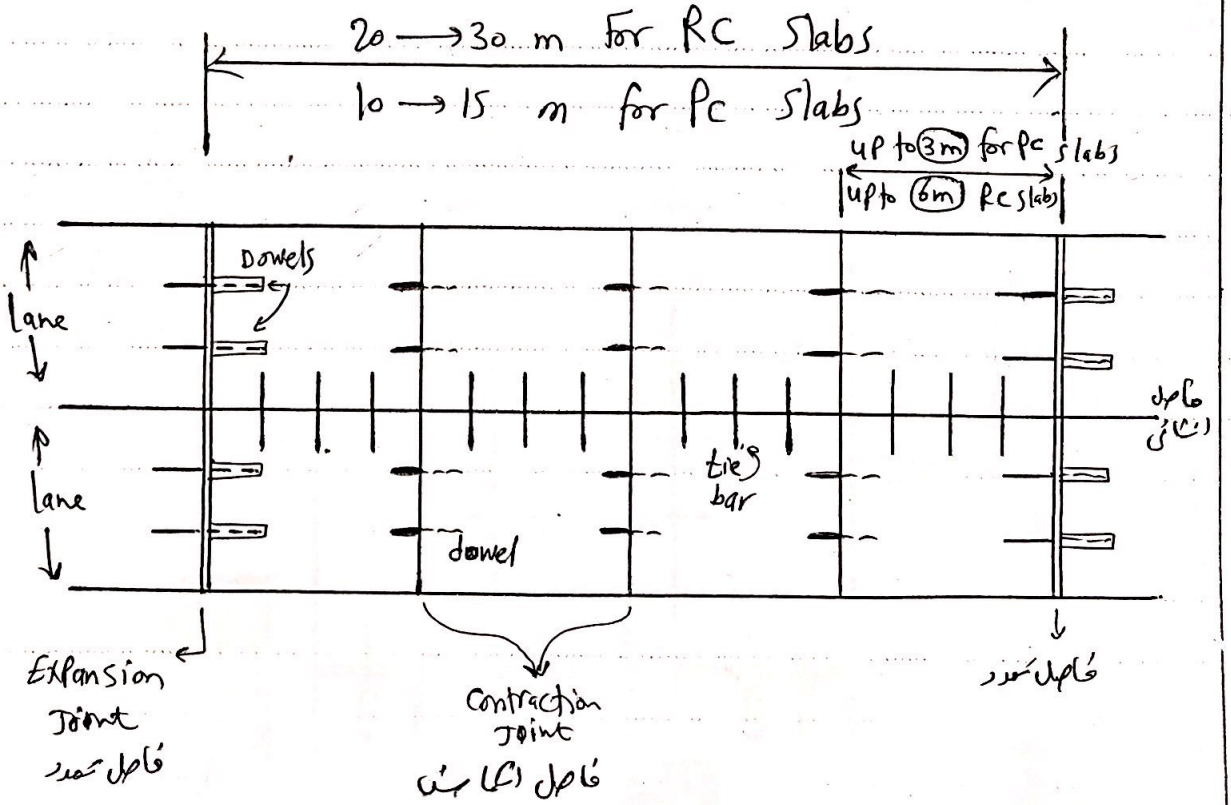
Scanned with CamScanner

Function of joints in Rigid Pavement

1. Eliminating random cracking due to different stresses.
2. Easing of construction.
3. Elimination of warping stresses.
4. Easing of maintenance.

الفواصل المسلحة

arrangement of joints in 2 lane Road

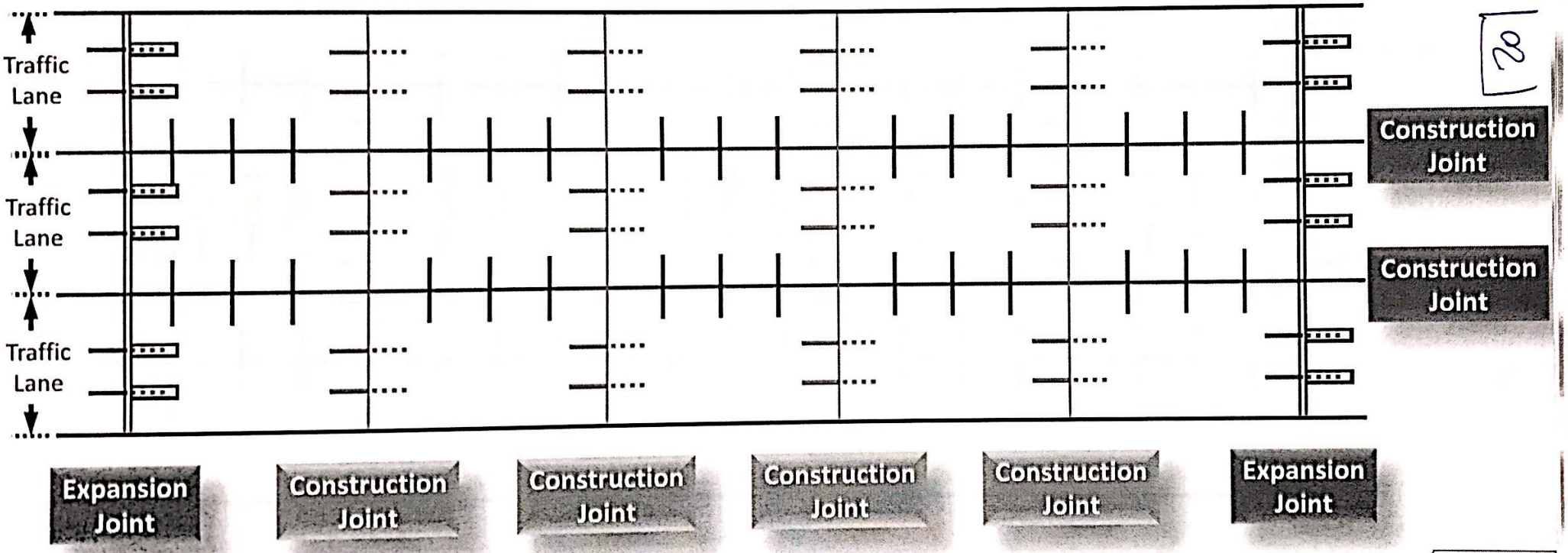


Scanned with CamScanner

تم ربط البلاطات المتجاورة بـ Tie bars والباقي بـ dowels

Arrangement of Joints in Three Laned Road

الفواصل فالطرق الـ 3 lanes



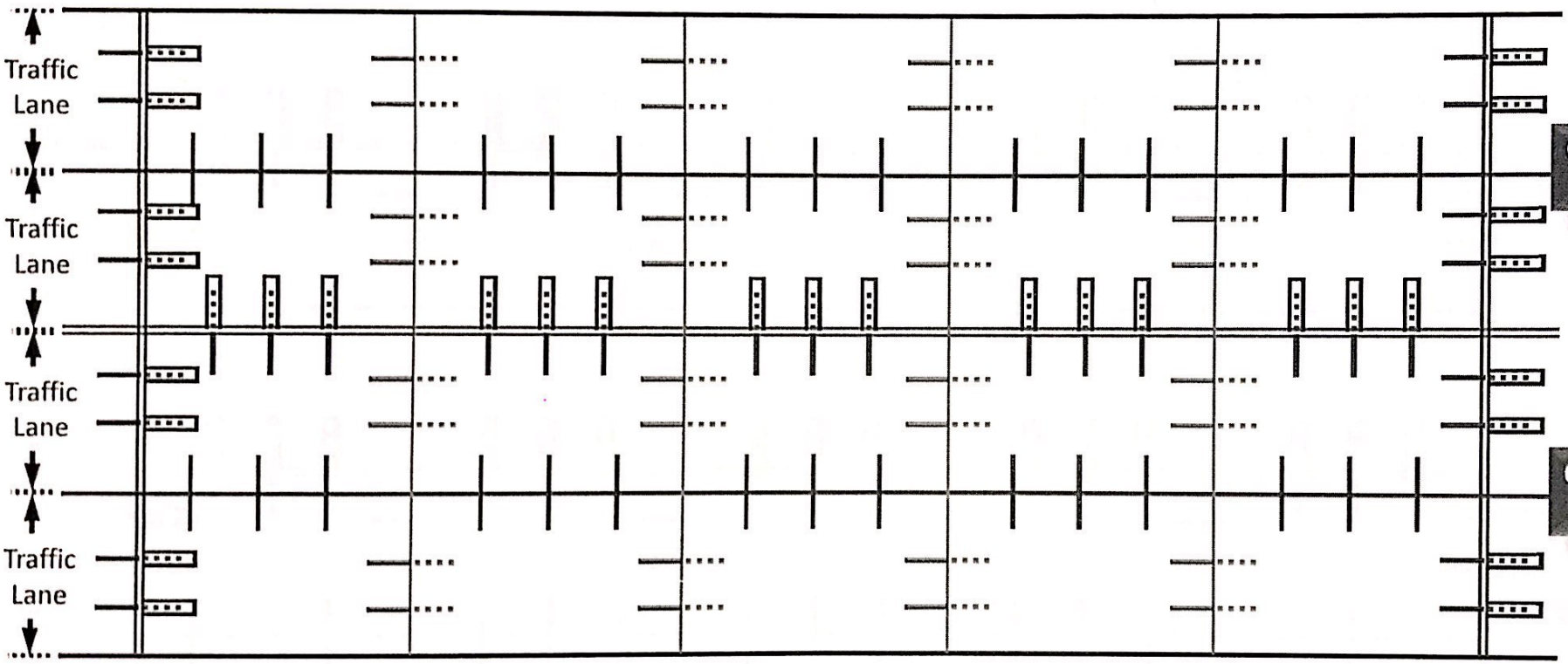
20

Ahmed nis ©

Scanned with CamScanner

Arrangement of Joints in Four Laned Road

4 lanes الفواصل فالطرق ال



21

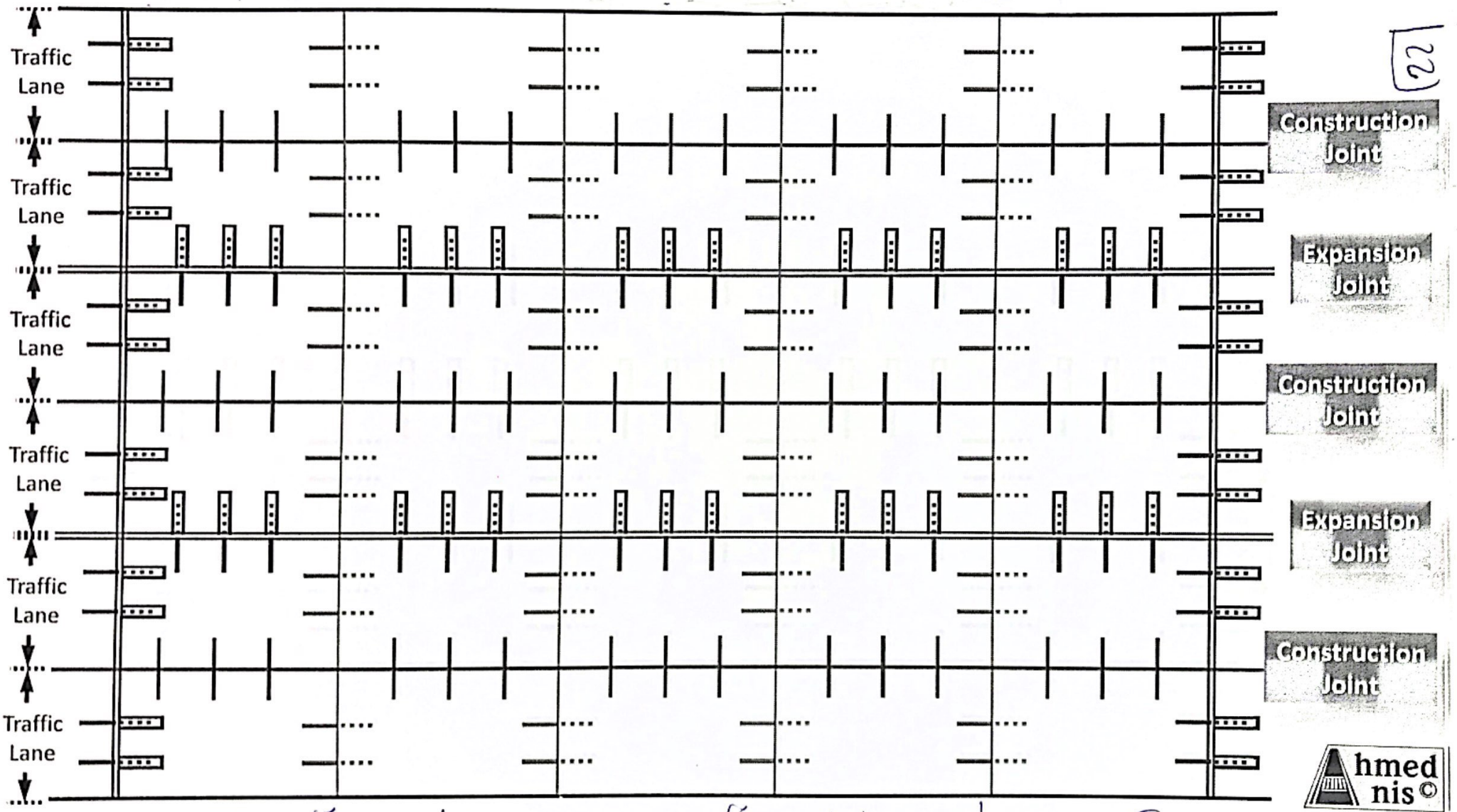
لازم يتم ربط أكثر من (3) حارات

بواسطة tie bars متجاورة

Ahmed nis©

Scanned with CamScanner

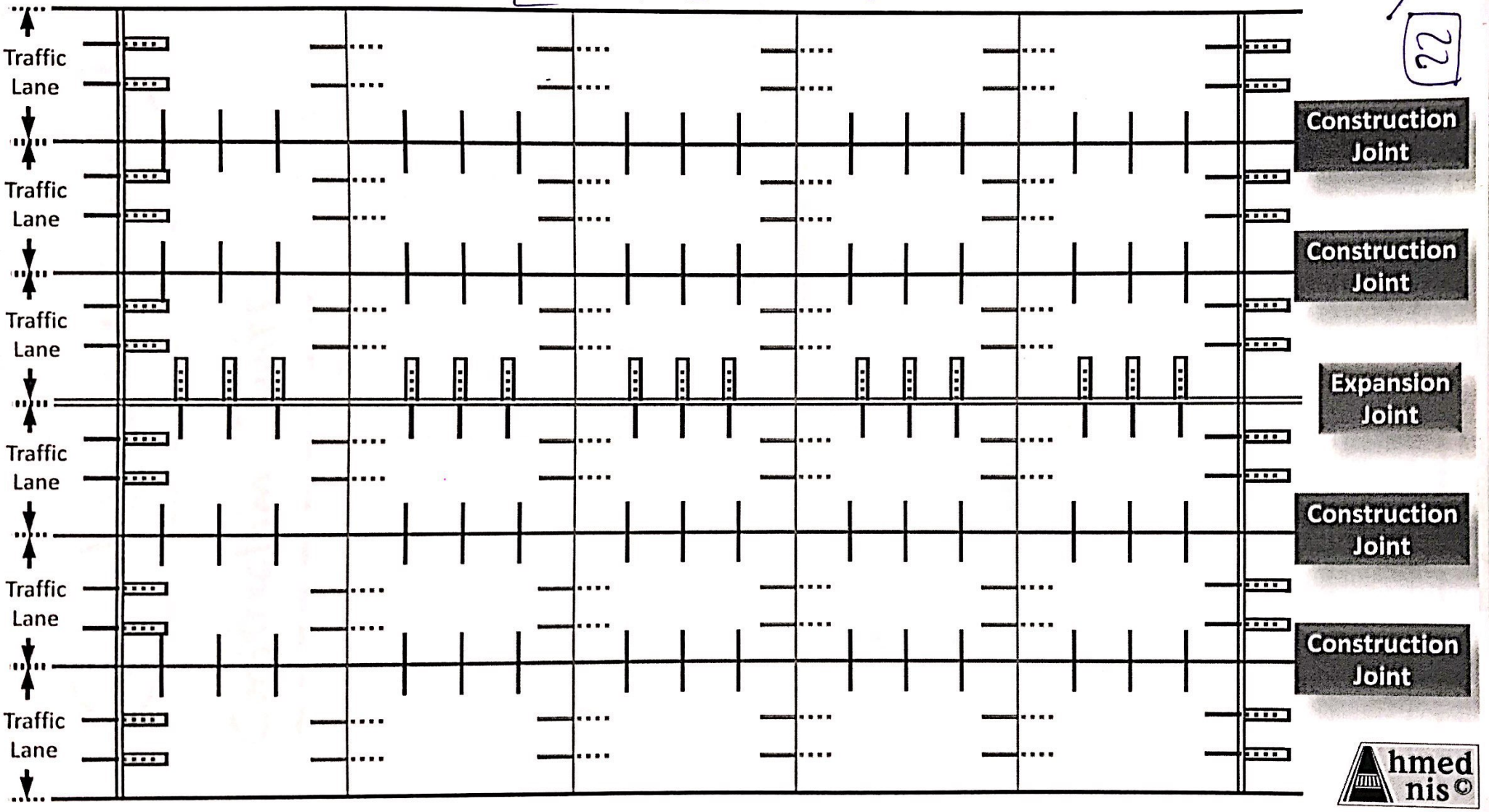
الفواصل غالباً ما تكون (Joints)



22

يمكن ربطهم طارئية وفاصل تمدد وطارئية وفاصل تمدد وطارئية ---

Scanned with CamScanner



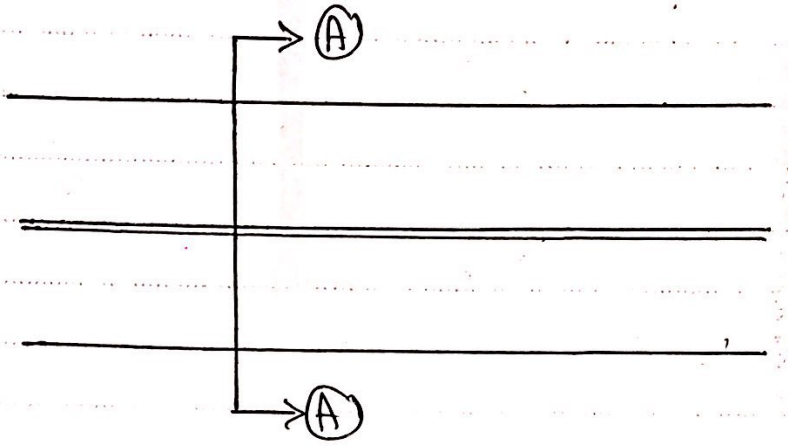
22

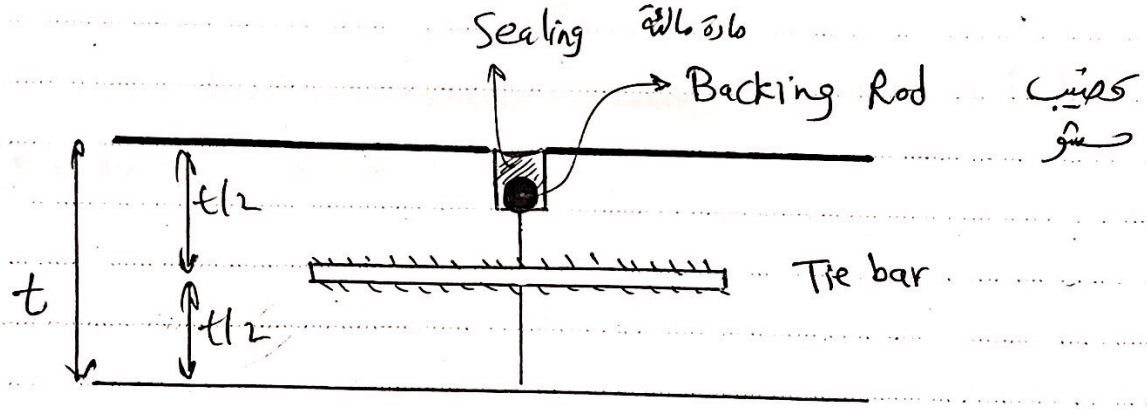
Scanned with CamScanner

(قطاعات في العناصر المختلفة)

Construction Joints

الفاصل الانشائي





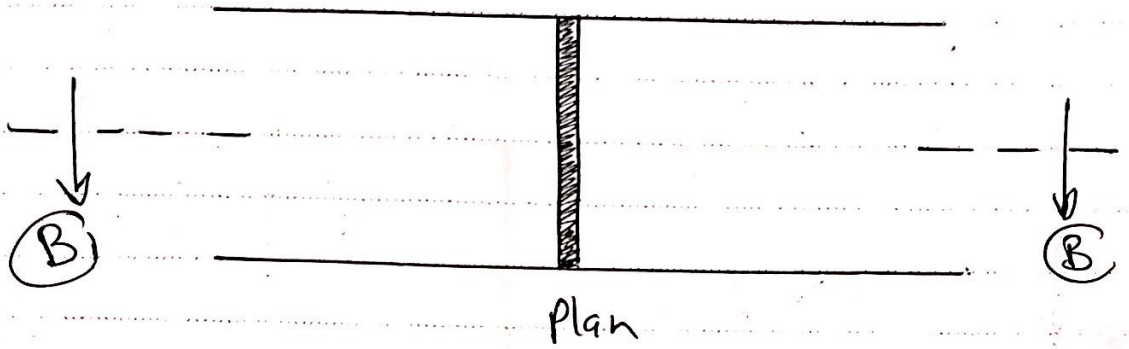
- diameter & length according to Design

Sec (A-A)

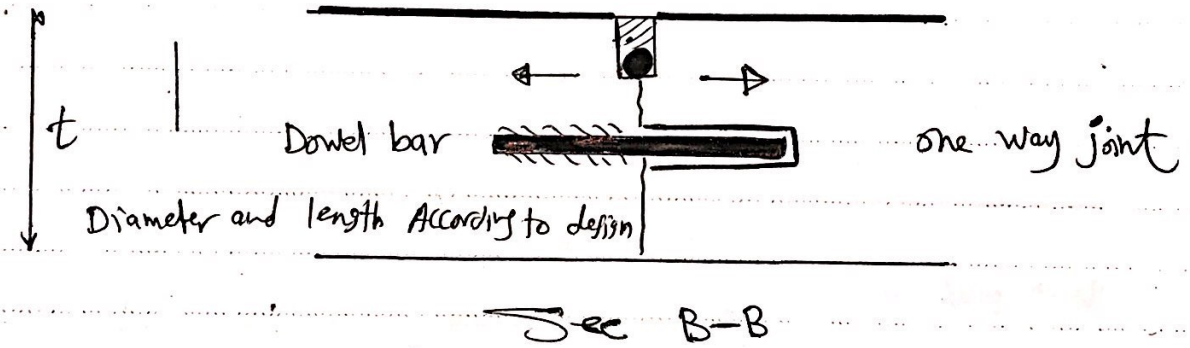
Scanned with CamScanner

* Contraction Joint قطاع فى ال

فاصل انكماش



Plan

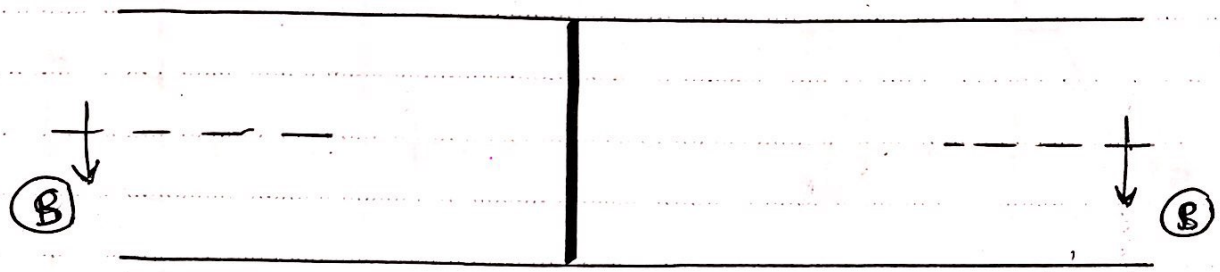


Sec B-B

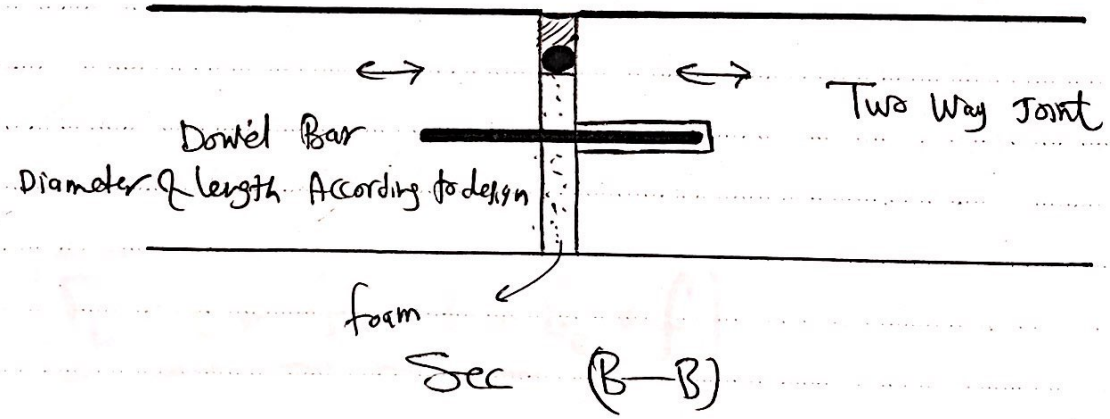
Scanned with CamScanner

Expansion Joints قطاع فى ال

فاصل التمدد



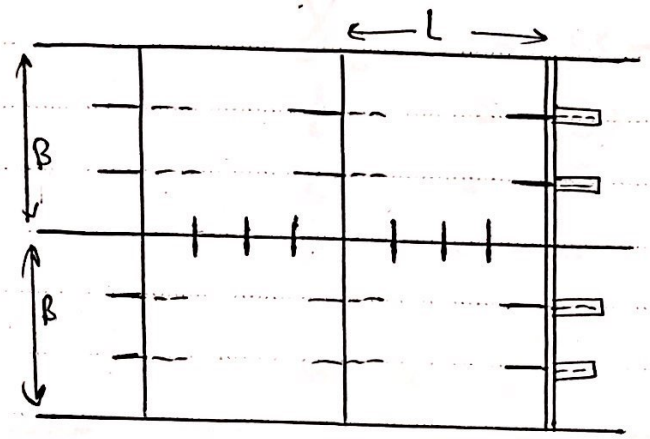
Plan

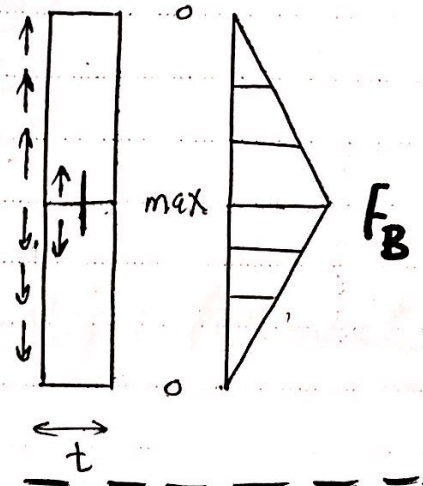


Sec (B—B)

Scanned with CamScanner

حساب تسليح البلاطات



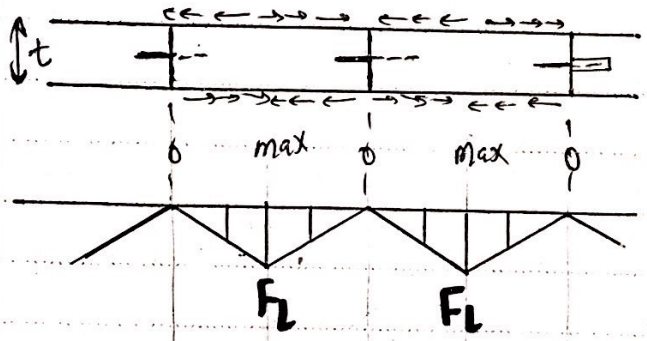


$$F_B = t * B * 1 * \gamma_c * f$$

t: السمك — B: العرض — 1: امتر من الطول

Coefficient of friction: معامل الاحتكاك

$f = 1.5$ if not given



$$F_L = t * \frac{L}{2} * 1 * \gamma_c * f$$

حيث

F = Slab weight * friction factor between Slab & Soil

$$A_s = \frac{Force}{f_s \text{ allowable}}$$

Scanned with CamScanner

Ex

Given

$f = 1.5$

$f_{s\,all} = 15 \ kg/mm^2$

$\gamma_c = 2500 \ kg/m^3$

$t = 30 \ Cm$

$L = 5 \ m$

$B = 3 \ m$

As = ?? For Rigid Pavement

$F_b = t * B * 1 * \gamma_c * f$

$= 0.3 * 3 * 1 * 2500 * 1.5 = \boxed{3375} \ kg/m'$

$F_L = t * \frac{L}{2} * 1 * \gamma_c * f$

$= 0.3 * \frac{5}{2} * 1 * 2500 * 1.5 = \boxed{2813} \ kg/m'$

$(A_s)_B = \frac{Force}{(f_s)_{allowable}} = \frac{3375}{15} = \boxed{225} \ mm^2/m'$

try ϕ 8mm

A ϕ 8mm $= \boxed{50} \ mm^2$

number of bars $= \frac{225}{50} = 4.5$

Scanned with CamScanner

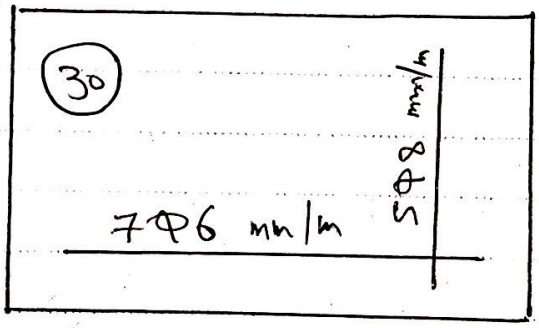
taken $(A_s)_B$ = 5 Φ 8 mm/m

$(A_s)_L = \frac{2813}{15} = 188$ mm²/m

Try Φ 6mm = 28 mm²

number of bars = $\frac{188}{28}$ ≥ 6.7

taken $(A_s)_L$ = 7 Φ 6 mm/m



Scanned with CamScanner